

Requested Patent: JP9233588A

Title: SPEAKER EQUIPMENT ;

Abstracted Patent: JP9233588 ;

Publication Date: 1997-09-05 ;

Inventor(s):

GYOTOKU KAORU; SASAKI TORU; KIMURA AKIYOSHI; HARA TAKESHI;  
MIZUUCHI TAKAYUKI; AKIBA IKUE; ASADA KOHEI ;

Applicant(s): SONY CORP ;

Application Number: JP19960065339 19960227 ;

Priority Number(s): JP19960065339 19960227 ;

IPC Classification: H04R1/32; H04R1/02; H04R1/34 ;

Equivalents: ;

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To localize a sound image at an object position by controlling turning of a speaker unit while the speaker unit is fitted in the vicinity of a ceiling and a major axis of the obtained directivity in a direction of a surrounding of a listener. **SOLUTION:** A speaker unit 1 is provided to a ceiling 1 by way of a turning drive means 3 and an audio signal is fed to the speaker unit 1 from an input terminal 2. The means 3 is provided to the unit 1 so that the major axis direction of its directivity is directed horizontally or has a prescribed elevating angle with respect to a horizontal plane. Then a direction signal S4 indicating a direction of the major axis of the directivity of the unit 1 is fed to a control circuit 5 via a terminal 4, and its output signal is fed to the means 3 and then the direction of the major axis of the directivity of the unit 1 is controlled in a direction indicated by the signal S4. Thus, a sound wave from the unit 1 is reflected in a wall face KB and then reaches a listener LSNR. Then the reflection position is changed by changing the direction of the major axis by the signal S4 to change the localized position of a sound image.

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-233588

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04R 1/32	310		H04R 1/32	310 A
1/02	102		1/02	102 A
1/34	310		1/34	310

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-65339

(22) 出願日 平成8年(1996)2月27日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 行徳 薫

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 佐々木 徹

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 木村 彰良

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 正美

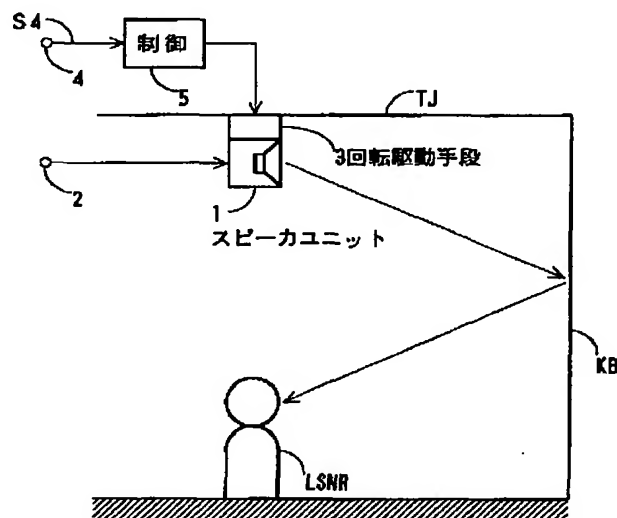
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スピーカ装置

(57) 【要約】

【課題】 設置のための床面積を必要としないで、音像を自由な位置に定位させることのできるスピーカ装置を提供する。

【解決手段】 指向性を有する1つまたは複数のスピーカユニット1を、天井TJないし天井付近に設置する。スピーカユニット1によって得られる指向性の主軸をリスナLSNRの周囲の壁面KBの方向に向けた状態で、スピーカユニット1の回転制御を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】指向性を有する 1 つまたは複数のスピーカユニットを、天井ないし天井付近に設置し、

上記スピーカユニットによって得られる指向性の主軸をリスナの周囲の壁面の方向に向けた状態で、上記スピーカユニットの回転制御を行うようにしたスピーカ装置。

【請求項 2】複数のスピーカユニットから構成されるスピーカアレイを、天井ないし天井付近に設置し、上記スピーカユニットに供給されるオーディオ信号のレベル、位相あるいは遅延時間を制御し、上記スピーカアレイの指向性の主軸をリスナの周囲の壁面の方向に回転させるようにしたスピーカ装置。

【請求項 3】請求項 1 あるいは 2 に記載のスピーカ装置において、複合型で複数のスピーカユニットによるスピーカアレイを天井ないし天井付近に設置し、上記スピーカユニットに供給されるオーディオ信号のレベル、位相あるいは遅延時間を制御するとともに、上記スピーカユニット自体も回転制御させて上記スピーカアレイの指向性の主軸をリスナの周囲の壁面の方向に

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、主として一般家庭において、オーディオ装置や AV 装置などの一部として使用されるスピーカ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ステレオ再生を行う場合、スピーカはリスナの左前方および右前方に設置するので、音像の定位範囲は、一般に、両スピーカの間における前方に限られてしまう。このため、リスナの前方だけではなく、側方

や後方などの広い範囲にわたって音像の定位を得る場合には、さらにリスナの側方や後方などにも幾つかのスピーカを設置する必要がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、スピーカを設置する場合、実際には、設置環境による制約を受け、目的とする定位が得るための位置に、スピーカを設置できないことがある。しかも、スピーカの設置位置によって

は音像の定位が変わってしまうので、できるだけスピーカの設置に制約の少ないスピーカ装置が望まれている。

【0004】この発明は、このような要求を満たすことのできるスピーカ装置を提供しようとするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】この発明においては、指向性を有する 1 つまたは複数のスピーカユニットを、天井ないし天井付近に設置し、上記スピーカユニットによって得られる指向性の主軸をリスナの周囲の壁面の方向に向けた状態で、上記スピーカユニットの回転制御を行うようにしたスピーカ装置とするものである。

【0006】この結果、スピーカユニットからの音波は壁面で反射してリスナに到達し、目的とする音像の定位が実現される。

## 【0007】

【発明の実施の形態】図 1 において、符号 1 は指向性を有するスピーカユニットを示し、このスピーカユニット 1 は回転駆動手段 3 を通じて天井 T J に設けられるとともに、入力端子 2 を通じてオーディオ信号が供給される。

【0008】この場合、スピーカユニット 1 は、その指向性の主軸（正面軸）の方向が水平となるように、あるいは水平面に対して所定の俯角を有するように、回転駆動手段 3 に設けられる。また、その駆動手段 3 は、例えばモータおよび歯車などから構成され、スピーカユニット 1 を垂直軸を中心に回転させるものである。したがって、スピーカユニット 1 の指向性の主軸の方向は、水平面内で、あるいは所定の俯角をもった状態で、垂直軸を中心にして回転的に変化できることになる。

【0009】そして、スピーカユニット 1 の指向性の主軸の方向（角度）を指示する方向信号 S4 が、端子 4 を通じて制御回路 5 に供給されるとともに、その出力信号が駆動手段 3 に供給され、スピーカユニット 1 の指向性の主軸の方向は、方向信号 S4 の示す方向に制御される。なお、このような制御回路 5 は、方向信号 S4 と、スピーカユニット 1 の回転角の検出信号とから、スピーカユニット 1 の回転角をサーボ制御するサーボ回路により構成することができる。

【0010】また、通常は、上記した装置が 2 組設けられ、ステレオの左チャンネルおよび右チャンネルに使用される。

【0011】このような構成によれば、スピーカユニット 1 からの音波は、壁面 K B で反射してリスナ L S N R に到達する。したがって、方向信号 S4 によりスピーカユニット 1 の指向性の主軸の方向を変更すると、これにより、スピーカユニット 1 から出力された音波の壁面 K B における反射位置（水平方向における位置）が変化するので、音像の定位する位置を変更することができる。

【0012】図 2 は、上述のスピーカ装置をリスニングルームに設置した場合の一例を示すもので、図 2 A は、そのリスニングルームの右側面方向から見た縦断面図、図 2 B は天井方向から見た横断面図である。ただし、この図 2 においては、簡単のため、リスニングルームが円筒状の場合であり、その天井 T J の中央にスピーカユニット 1 が設けられ、その真下にリスナ L S N R が位置する場合である。

【0013】すると、スピーカユニット 1 からの音波は、俯角  $\phi$ 、水平方向の角度  $\theta$ （リスナ L S N R の正面を  $\theta = 0$  とし、反時計方向を正方向とする）で、スピーカユニット 1 から出力され、壁面 K B に対し入射角  $\phi$ 、出射角  $\phi$  で反射し、リスナ L S N R（観測点）には、仰角  $\phi$  で、

水平方向の角度  $\theta$  で到達する。

【0014】そして、このとき、水平方向の定位は、壁面KBにおける音波の反射点で決まるが、図2の場合には、スピーカユニット1からの音波の放射方向（角度  $\theta$ ）と等しくなるので、定位させたい方向（角度  $\theta$ ）までスピーカユニット1の主軸を回転させればよい。

【0015】なお、角度  $\phi$  は、スピーカユニット1の位置と、リスナLSNRの位置とで決まり、

d : リスナLSNRから壁面KBまでの水平距離

h : リスナLSNRからスピーカユニット1までの垂直距離 10  
とすれば、

$$d = h / (2 \tan \phi)$$

となる。

【0016】上述においては、指向性を有するスピーカユニット1を回転駆動手段3を通じて天井TJに取り付け、機械的にスピーカユニット1の方向を制御した場合であるが、その制御を電子的に行うこともできる。

【0017】すなわち、今、図3に示すように、2つのスピーカユニットSP1、SP2を、その主軸Y1、Y2が紙面内において並行となるように、配置する。また、このとき、スピーカユニットSP1、SP2のコーン（振動板）が主軸Y1、Y2の方向において等しい位置となるように、配置する。さらに、このとき、

a : 主軸Y1、Y2の間隔

$\theta$  : 紙面内において、主軸Y1、Y2から反時計方向への角度（放射角）とする。

【0018】そして、オーディオ信号として例えば正弦波信号を、入力端子Tinから遅延回路DL1、DL2を通じてスピーカユニットSP1、SP2に供給するとともに、このとき、遅延回路DL1、DL2において、信号に対して時間D1、D2（ $D2 \geq D1$ ）の遅延を行うようにする。

【0019】すると、スピーカユニットSP1から出力される音波と、スピーカユニットSP2から出力される

$$a/C \cdot (1 - \cos \theta) = 1/f \cdot n$$

$n = 0, 1, 2, \dots$  ( $n = 0$  は主ビームのとき)

を満足するとき、スピーカユニットSP1、SP2からの音波の位相がそろって主ビームと同じ大きさの副ビームを生じる。

【0025】逆に、 $f = 1000\text{Hz}$  のとき、(1)式を満足するのは、 $n = 0$  だけであり、したがって、主ビーム以外に、同じ大きさの副ビームは生じることはない。

【0026】さらに、 $n = 1$  のとき、(1)式を満足する周波数  $f$ 、すなわち、副ビームを生じる周波数  $f$  は、(1)式から

$$f = C / (a (1 - \cos \theta))$$

となる。上記の数値例では、 $f \approx 1700\text{Hz}$  となるが、これはスピーカユニットSP1、SP2の間隔  $a$  が音波の半波長に等しいときの周波数である。

音波とが干渉する。また、このとき、スピーカユニットSP1からの音波と、スピーカユニットSP2からの音波との間には、遅延回路DL1、DL2により時間差（ $D2 - D1$ ）を生じている。さらに、主軸Y1、Y2に対して、 $\theta \neq 0$  の軸Y11、Y12（破線図示）の軸上においては、両音波には行路差がある。

【0020】この結果、観測点（リスニング位置）によって両音波の干渉時の位相関係が異なることになり、例えば、ある受音点においては、両音波が同相で加算されてスピーカユニットSP1、SP2が1つの場合の2倍の音量となり、ある受音点においては、両音波が逆相となって相殺され、音量が0となる。つまり、スピーカユニットSP1、SP2の総合の音量特性は指向性を持つことになる。

【0021】図4は、その音量特性の指向性の一例を示すもので、この例においては、

入力信号：周波数  $f$  が  $1000\text{Hz}$  の正弦波信号

$$D2 - D1 = a/C$$

$$C = 340\text{m/秒} (= \text{音速})$$

$$a = 10\text{cm}$$

の場合である。また、最大音量を0dBに規格化している。

【0022】そして、この図4によれば、 $f = 1000\text{Hz}$  の場合、 $\theta \geq 30^\circ$  の範囲では、音量はほぼ最大となり、 $\theta = -45^\circ$  の位置では、音量はほとんど0である。

【0023】しかし、同じ条件で、 $f = 5000\text{Hz}$  とすると、図5に示すような指向性となる。そして、この図5によれば、 $\theta \geq 45^\circ$  の部分が主ビームであるが、 $0 \leq \theta \leq 45^\circ$  の範囲に、主ビームと同程度の大きさの副ビーム（グレーティングビーム）を生じている。これは、この副ビームにおいては、両音波の位相差が、波長の整数倍となり、同相で加算されるからである。

【0024】そして、他の副ビームについても同様であり、受音点が間隔  $a$  に比べて十分に離れているとすれば、一般に、

$$\dots (1)$$

【0027】以上のように、並べて配置したスピーカユニットSP1、SP2にオーディオ信号を供給するとともに、そのオーディオ信号に時間差を与えると、総合の音量特性に指向性を与えることができる。また、そのときの主ビームの方向あるいはヌル方向は、そのオーディオ信号の時間差によって変更することができる。

【0028】図7に示すスピーカ装置においては、図3～図5により説明したような方法で指向性の主軸の方向を変更するようにした場合である。

【0029】すなわち、図7において、符号10はスピーカアレイを示し、このスピーカアレイ10は、図7の場合、8個のスピーカユニット11～18から構成され、これらスピーカユニット11～18は、それらの主軸（中心軸）Yが紙面内において並行となるように、配

列されている。また、このとき、スピーカユニット 1 1 ~ 1 8 のコーン（振動板）が主軸 Y の方向において等しい位置となるように、間隔 a をもって等間隔に、直線状に配列されている。

【0 0 3 0】そして、オーディオ信号が、入力端子 2 から可変遅延回路 2 1 ~ 2 8 および可変レベル制御回路 3 1 ~ 3 8 を通じてスピーカユニット 1 1 ~ 1 8 に供給される。この場合、可変遅延回路 2 1 ~ 2 8 は、入力されたオーディオ信号の遅延ないし位相のシフト（移相）を行うものであり、可変レベル制御回路 3 1 ~ 3 8 は、入力されたオーディオ信号のレベルを減衰ないし増幅するものである。

【0 0 3 1】さらに、端子 4 からの方向信号 S4 が制御回路 5 に供給されて所定の制御信号とされ、この制御信号が回路 2 1 ~ 2 8、3 1 ~ 3 8 にそれらの制御信号として供給される。なお、回路 2 1 ~ 2 8、3 1 ~ 3 8 は、DSP により構成することができ、このとき、端子 2 からのオーディオ信号を A/D 変換してから DSP に供給し、DSP からの信号を D/A 変換してからスピーカユニット 1 1 ~ 1 8 に供給することができる。

【0 0 3 2】そして、このスピーカ装置は、主軸 Y がリスナ LSNR の正面方向となるように、かつ、所定の俯角  $\phi$  をもって、天井 T J に設置される。なお、通常は、上記したスピーカアレイ 1 0 および図 7 の信号ラインが 2 組設けられ、ステレオの左チャンネルおよび右チャンネルに使用される。

【0 0 3 3】このような構成において、レベル制御回路 3 1 ~ 3 8 における重みとして、例えば 0 次の第 1 種ベッセル関数を適用し、主ビームが  $\theta = 60^\circ$  の方向を向くように遅延回路 2 1 ~ 2 8 による遅延時間を設定すると、 $a = 10 \text{ cm}$ 、 $f = 1000 \text{ Hz}$  の場合、図 6 に示すような指向性を得ることができる。

【0 0 3 4】したがって、このスピーカ装置においても、方向信号 S4 によりスピーカアレイ 1 0 の指向性の主軸の方向（角度  $\theta$ ）を変更することができ、これにより、スピーカアレイ 1 0 から出力された音波の壁面 KB における反射位置が変化するので、音像の定位する位置を変更することができる。

【0 0 3 5】しかも、この図 7 のスピーカ装置の場合には、音像の定位する位置をすべて電子的に制御できるので、音像の定位する位置を瞬時に変更することができ、例えば AV 装置のスピーカ装置として使用した場合、その画面の内容に対応して音像の位置を制御することができる。

【0 0 3 6】ところで、例えば、リスニングルームが図 2 に示すような円筒状ではない場合や、リスニング位置がスピーカ装置の真下ではない場合には、スピーカ装置の指向性の主軸の方向と、リスニング位置における音波の到来方向とが異なってしまう。

【0 0 3 7】そこで、図 8 に示す例においては、スピー

カ装置を使用する前に、角度  $\theta$  を学習させ、音像の定位位置が適切な位置となるようにした場合である。

【0 0 3 8】すなわち、制御回路 5 およびスピーカユニット 1 が、例えば図 1 により説明した場合のように構成される。また、任意のリスニング位置に複数のマイクロフォン 6 1 ~ 6 N が、その指向性の主軸が水平面内となるように、かつ、互いに並行となるように、配置される。そして、これらマイクロフォン 6 1 ~ 6 N の出力信号が、検出回路 7 に供給され、マイクロフォン 6 1 ~ 6 N の出力信号を解析することにより、マイクロフォン位置（リスニング位置）における音波の到来角度  $\theta$  が検出される。

【0 0 3 9】つまり、

m : マイクロフォン 6 1 ~ 6 N の配列ピッチ

$\tau$  : 隣り合うマイクロフォン間の遅延時間

とすれば、

$$\theta = \arccos (\tau C / m)$$

となり、これにより到来角度  $\theta$  が算出される。

【0 0 4 0】そして、この角度  $\theta$  の検出信号 S7 が、記憶回路 8 に供給される。この記憶回路 8 は、学習時、スピーカユニット 1 の指向性の主軸の方向（放射角度  $\theta$ ）と、検出回路 7 の検出した到来角度  $\theta$  との対応関係を記憶し、学習後は、その逆変換を行うものである。

【0 0 4 1】そして、学習時には、まず、スイッチ 9 が図の状態に接続され、端子 4 からの方向信号 S4 がスイッチ 9 を通じて制御回路 5 に供給される。したがって、スピーカユニット 1 の指向性の主軸の方向は、信号 S4 に対応して変化することになる。

【0 0 4 2】そして、このとき、音波の到来方向  $\theta$  の検出信号 S7 と、このときの方向信号 S4 とが記憶回路 8 に供給され、信号 S4 と信号 S7 との対応関係が記憶され、そのテーブルが作成されていく。すなわち、信号 S4 の示す方向（放射角度）と、信号 S7 の示す角度  $\theta$  との対応テーブルが作成される。こうして、音波の到来方向  $\theta$  の必要な角範囲について対応テーブルが作成されたら、これで学習は終了である。

【0 0 4 3】そして、学習後は、スイッチ 9 が図とは逆の状態に接続される。そして、方向信号 S4 が供給されると、この方向信号 S4 により、記憶回路 8 に作成されている対応テーブルが逆引きされる。すなわち、今の場合、信号 S4 は、リスナ LSNR が音像を定位させたい方向の角度  $\theta$  を示しているので、これが、記憶回路 8 のテーブルを逆引きすることにより、対応する方向信号 S4 に変換される。つまり、目的とする音波の到来方向  $\theta$  を与える方向信号 S4 の値に変換される。

【0 0 4 4】そして、この信号 S4 がスイッチ 9 を通じて制御回路 5 に供給され、スピーカユニット 1 の指向性の主軸の方向は、信号 S4 の示す方向とされる。したがって、このとき、スピーカユニット 1 0 から壁面 KB を反射して到達する音波は、リスナ LSNR の希望する方向か

らのものとなる。

【0045】こうして、図8のスピーカ装置によれば、リスニングルームが図2に示すような円筒状ではない場合でも、あるいはリスニング位置がスピーカ装置の真下ではない場合でも、リスナLSNRの希望する音像の定位を得ることができる。

【0046】図9に示すスピーカ装置においては、いわゆるガンマイクのような超指向性のマイクロフォン6がリスニング位置に設けられるとともに、その主軸の方向が、駆動手段60によりスピーカユニット1を仰ぐ状態  
10 で、水平面内において変更できるように保持されている。また、マイクロフォン6の出力信号は記憶回路8に供給される。

【0047】そして、学習時には、まず、スイッチ9が図の状態に接続され、端子4からの方向信号S4がスイッチ9を通じて制御回路5に供給され、スピーカユニット1の指向性の主軸の方向は、信号S4に対応した方向とされる。また、このとき、マイクロフォン60の指向性の主軸の方向（角度）が駆動手段60により変更され、出力信号の最大となる方向が検出されるとともに、  
20 その角度と、このときの方向信号S4とが記憶回路8に供給され、図8の場合と同様のテーブルが作成されている。

【0048】そして、学習後は、スイッチ9が図とは逆の状態に接続される。そして、方向信号S4が供給されると、この方向信号S4により、記憶回路8に作成されている対応テーブルが逆引きされ、目的とする音波の到来方向 $\theta$ を与える方向信号S4の値に変換される。

【0049】そして、この信号S4がスイッチ9を通じて制御回路5に供給され、スピーカユニット1の指向性の主軸の方向は、信号S4の示す方向とされる。したがって、このとき、スピーカユニット10から壁面KBを反射して到達する音波は、リスナLSNRの希望する方向からのものとなる。

【0050】こうして、図9のスピーカ装置によれば、

リスニングルームが図2に示すような円筒状ではない場合でも、あるいはリスニング位置がスピーカ装置の真下ではない場合でも、リスナLSNRの希望する音像の定位を得ることができる。

【0051】なお、図8あるいは図9のスピーカ装置において、スピーカユニット1の代わりに、スピーカアレイ10とすることもできる。また、例えば図7のスピーカアレイ10を、図1のスピーカユニット1の代わりに設け、スピーカアレイ10の指向性の主軸を電子的、かつ、機械的に変更することもできる。

【0052】

【発明の効果】この発明によれば、壁面や床に比べて制約の少ない天井にスピーカを取り付け、スピーカからの音波を壁面に反射させてからリスナに到達するようにしているとともに、そのスピーカの指向性の方向を変更するようにしているので、音像を目的とする位置に定位させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一形態を示す縦断面図である。

【図2】この発明の一形態の使用状態を示す図である。

【図3】この発明を説明するための特性図である。

【図4】この発明を説明するための特性図である。

【図5】この発明を説明するための特性図である。

【図6】この発明を説明するための特性図である。

【図7】この発明の他の形態の一部を示す図である。

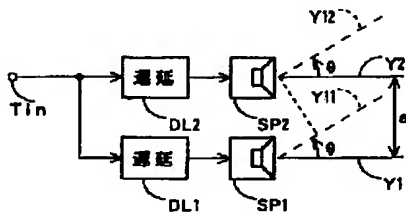
【図8】この発明の他の形態を示す図である。

【図9】この発明の他の形態を示す図である。

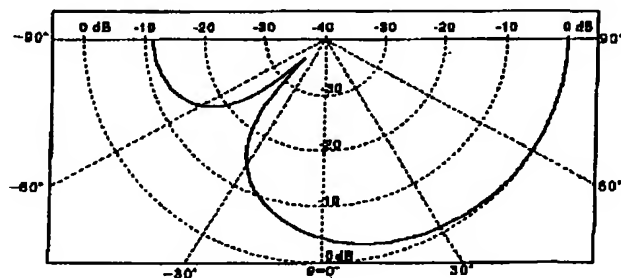
【符号の説明】

1＝スピーカユニット、2＝入力端子、3＝回転駆動手段、4＝入力端子、5＝制御回路、6＝超指向性マイクロフォン、7＝検出回路、8＝記憶回路、9＝スイッチ、10＝スピーカアレイ、11～18＝スピーカユニット、21～28＝遅延回路、31～38＝レベル制御回路、60＝駆動手段、KB＝壁面、LSNR＝リスナ、S4＝方向信号、S7＝検出信号、TJ＝天井

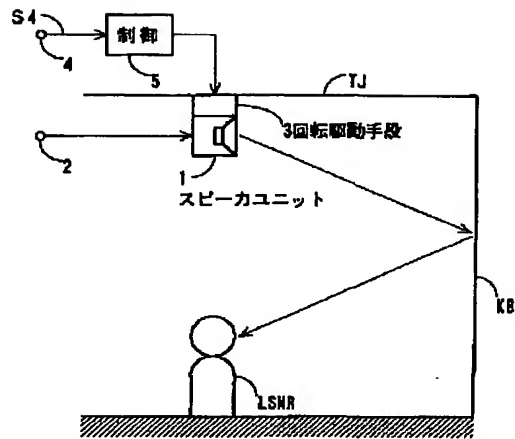
【図3】



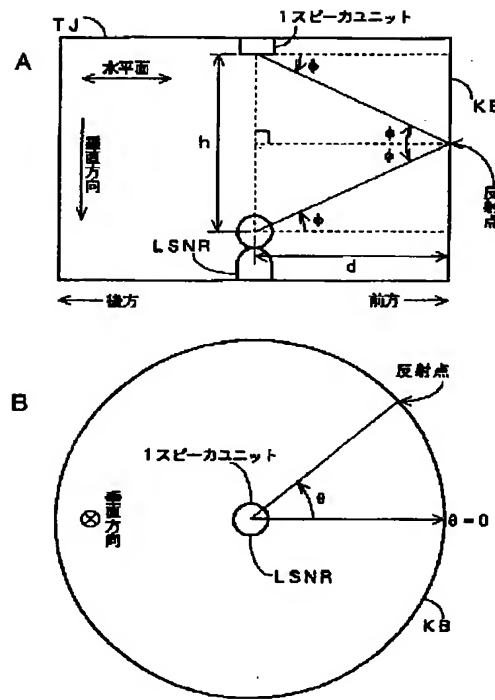
【図4】



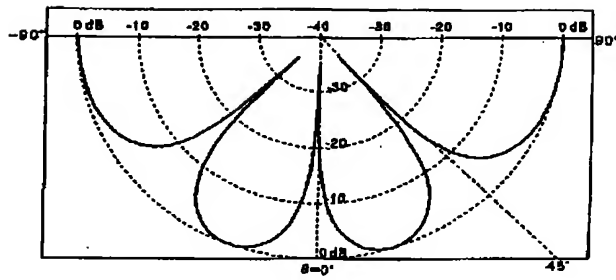
【図1】



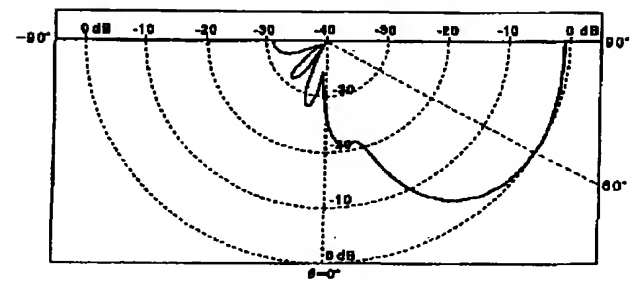
【図2】



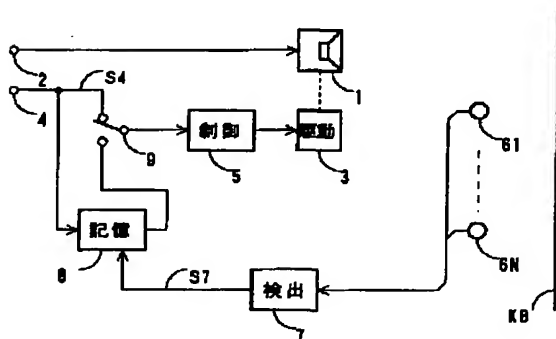
【図5】



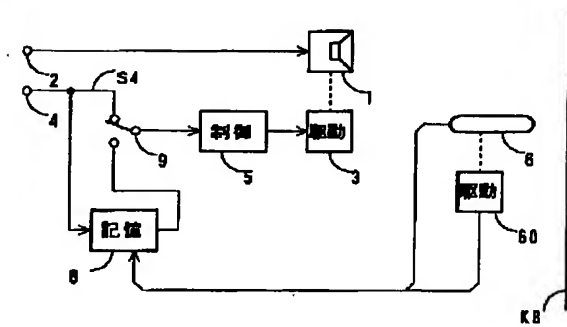
【図6】



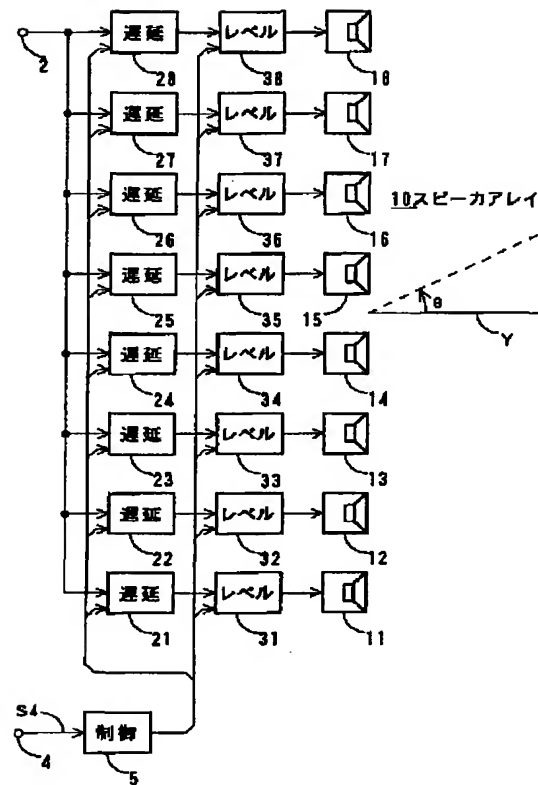
【図8】



【図9】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 原 毅  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
ー株式会社内  
(72)発明者 水内 崇行  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
ー株式会社内

(72)発明者 秋葉 育江  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
ー株式会社内  
(72)発明者 浅田 宏平  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
ー株式会社内